Digitized by Google

BHS I 141

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Ueber den

Einfluß der Naturwissenschaften,

insbesondere

der Chemie, auf die Technik.

Eine Vorlesung,

gehalten in der öffentlichen Sitzung der königl. bayerischen Akademie der Wissenschaften

am

28. März 1841

von

Franz von Kobell.

Landshut, 1841.
v. Vogel'sche Verlagsbuchhandlung.

Digitized by Google

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

Das Wissen ist des Geistes Gold, und wer es vermag, diesem Golde seinen Namen aufzuprägen, der schafft eine Denkmünze, die jederzeit vollgiltig in der Welt sich bewegt, wie keine andere. Es liegt dieses Gold zuweilen an der Oberfläche des geistigen Gebietes und das Erwerben und Besitzergreifen ist ohne Mühe geboten, es liegt aber ungleich öfter in der Tiefe verhüllt und verborgen, und nur dem fleißigen Forscher erschließt es sich in seiner Herrlichkeit. Es gleicht hierin dem Golde der materiellen Welt; wo es im Sande die Sonne beleuchtet, da wird kaum Einer vorübergehen, ohne es zu beachten; wo es aber mit Tellur und Blei vererzt ist, da ahnen die Wenigsten sein Daseyn, nur der Geweihte vermag es zu finden. Wenn aber des Goldes Eigenschaften erkannt und dargethan sind, wenn seine Kenntniß von dem Einzelnen an die Welt übergeben ist, dann freuen sich Alle an seinem Gute, dann prangt es in tausenderlei Formen, den verschiedensten Zwecken angepaßt, dann finden sich die Ringe, welche die Braut des Bürgers schmücken und es werden die Kronen gefertigt, welche die Könige tragen. Dieses ist der nothwendige Gang der Dinge, so erfolgt die Verbindung der reinen Wissenschaft mit ihrer Anwendung im Leben.

Freilich wird dabei gar oft desjenigen vergessen, der zuerst gezeigt, daß das Gold — Gold sey, desjenigen, der auch dargethan, daß nicht jeder solches zu zeigen vermöge,

Digitized by Google

und in diesem Vergessen liegt die Unbild, welche so oft die Wissenschaft getroffen hat gegenüber der Menge, in diesem Vergessen der Grund, daß solche Unbild sich fortwährend wiederholt, wenn wissenschaftliche Frucht noch an dem schönen Baume prangt, wo sie gereift, wenn sie noch nicht einem Jeden feil geboten zu Markte getragen wird.

Es stünde mit dem Wissen wohl sehr schlimm, wenn der Egoismus der Menge ein Gemeinübel für Alle wäre, es ist dem aber, Dank sey dem Himmel dafür, nicht also. Die Akademieen sind vor allen als die Vereine zu nennen, welche zum freien Thun im Wissen gegründet sind. Es haben die Könige wohl erkannt, daß der Saame nicht wegzuwerfen sey, wenn man auch nicht wisse, wie die Frucht schmecken werde, die er in seinem Innern birgt. Und so sind die Akademieen durch ein höheres als das gewöhnliche Denken entstanden, und so werden sie blühen, so lange es weise Könige giebt und dafür sorgt der Himmel, der der Völker Wohl will.

Es sey mir an dem heutigen Tage vergönnt, einige Nachweisungen zu geben über den Zusammenhang und die Wechselbeziehung von reinem und angewandtem Wissen.

Ich muß mich dabei zunächst auf das Feld der Naturwissenschaften beschränken, aber gerade dieses Wissen ist es, welches am wenigsten von allen verdächtigt seyn kann, da der Maßstab für seinen Werth jedem zugänglich ausser dem Individuum liegt, da nicht ungezügelte Speculation und Phantasie seiner Elemente sich zu bemächtigen vermag und jeder Tag neue Beiträge liefert zu seiner Läuterung und Ordnung.

Die Chemie und Physik leuchten hier weit glänzend hervor. Die einzelnen Erfahrungen, welche ihre Elemente ausmachen, sind an sich sehr unscheinbar, ebenso unscheinbar,

Digitized by Google

als einzelne mathematische Lehrsätze; in ihren Combinationen wachsen aber jene, wie diese, zu gewaltigen Mächten heran.

Wenn Lefèvre und Lemery unter einer feuchten Glocke Salpeter und Schwefel verbrannten, um aufzufinden, ob dabei Schwefelsäure gebildet werde, so mochte dieses wohl als ein wenig wichtiger Versuch erscheinen, und doch war es dieser Versuch, von welchem ein Umschwung in den Verhältnissen der Gewerbe und des Handels abhing, wie ihn kaum ein geträumtes Ereigniß irgend einer Art zu Stande bringen konnte. Es hat dieser Versuch die Grundlage der neuern Schwefelsäure-Bereitung gegeben.

Es sagt aber Dumas von der Wichtigkeit der Schwefelsäure: „Wäre man im Besitze genauer Tabellen, welche die jährlich in verschiedenen Ländern oder zu verschiedenen Zeiten verbrauchten Mengen von Schwefelsäure angäben, so würde ohne Zweifel eine solche Uebersicht zugleich einen sichern Maßstab für die Entwicklung der Industrie im Allgemeinen für diesen Zeitabschnitt oder diese Länder liefern."

Jener Versuch aber war kein unwissenschaftlicher, er ging hervor aus der Erfahrung, daß der Salpeter, dessen Säure leicht zersetzbar ist, unter gewissen Umständen in der Hitze ein kräftiges Oxydationsmittel sey; er setzte die Kenntniß der Oxydationsstufen des Schwefels voraus. Spätere Beobachtungen von Clément, Désormes und Gay-lussac entwickelten nun die nähere Theorie des Processes und man fing bald an, die Säure im Großen zu bereiten und statt der Glasgefässe endlich Bleikammern anzuwenden, welche oft über 20000 Kubikfuß Raum halten. So konnte diese Säure in kurzer Zeit zu den nothwendigen Quantitäten und zu den niedern Preisen erzeugt werden, welche ihre weitern Anwendungen bedingten. Unter diesen Umständen war erst die Benützung des Chlors zu technischen Zwecken möglich geworden. Wir gelangen hier zu einem

andern Ergebniß der Wissenschaft, welches in den ersten Versuchen, wie manches andere, seinen Werth nicht erkennen ließ. Nachdem aber Bertholet die Eigenschaften dieses Elementes, organische Farbstoffe zu zersetzen, gezeigt hatte und seine Anwendung zum Bleichen von Zeugen und Papier nun allgemein geworden ist, nachdem Guyton de Morveau die wichtige Entdeckung gemacht hatte, daß es zur Desinfection schädlicher Luft und als Sicherungsmittel gegen ansteckende Miasmen von einer wunderbaren Wirkung sey; nach diesen Ergebnissen steht der erste Destillationsversuch, welchen Scheele 1774 mit Salzsäure und Braunstein anstellte, als ein höchst erfolgreicher da, und dennoch war damals nur uneigennützige Forschung dazu die Veranlassung, nur das edle Bemühen des Mannes der Wissenschaft, die Eigenschaften der Körper in ihren Relationen kennen zu lernen. Die Schwefelsäure dient nun bekanntlich zur Bereitung der Salzsäure, woraus das Chlor mittelst Braunstein entwickelt wird, oder zur unmittelbaren Erzeugung desselben aus einem Gemenge von Kochsalz (Chlornatrium) und Braunstein. Daß hiebei der wahre Gehalt einer wässerigen Schwefelsäure an wasserfreier Säure, die Mischung und Zusammensetzung des Kochsalzes und des Braunsteins bekannt seyn muß, um zur Theorie des Processes gelangen und die möglichst vortheilhaften Verhältnisse angeben und feststellen zu können, versteht sich von selbst und so recurrirt die Technik abermals an die Wissenschaft, und nicht mehr als Curiositäten stehen die Studien der Mineralogen und Chemiker da, wenn sie die Unterscheidung der in der Natur vorkommenden Manganerze und ihre Zusammensetzung behandeln. Das wissenschaftliche Studium des Chlors lieferte weiter die Chlorsäure und ihre Verbindungen und ein großer Theil der gegenwärtig überall verbreiteten Feuerzeuge hat das chlorsaure Kali zum entflammenden Princip, indem es beigemischte brennbare Substanzen, wie Schwefel, Kohle u. dgl. ent-

Digitized by Google

zündet, wenn es in Berührung mit Schwefelsäure zersetzt wird oder indem es mit Schwefelantimon gemengt schon durch Reiben auf einer rauhen Fläche die Entzündung eines Schwefelholzes hervorbringt.

Von großer Bedeutung ist die Anwendung der Schwefelsäure in der Sodafabrication. Der Gebrauch dieses Salzes zur Bereitung der Seife und zum Glasmachen ist bekannt. Die Erzeugung desselben aus den Strandpflanzen des Meeres beschränkt sich natürlich nur auf die Küstenländer und eine künstliche Bereitung war eine Aufgabe der Chemie, sobald die Erfahrung seine Wichtigkeit erprobt hatte. Als während der französischen Revolution die Einfuhr der Soda, nach Dumas jährlich gegen 20 Millionen Franken betragend, verboten wurde, so stellte man Versuche aller Art an, um aus Kochsalz Soda zu fabriciren, und es wurde von Leblanc ein Verfahren ausgemittelt, welches den Zweck vollkommen erreichte. Es muß dazu das Kochsalz in schwefelsaures Natrum umgewandelt und dieses durch Glühen mit Kreide und Kohle weiter zersetzt werden, um die Soda zu erhalten. Schwefelcalcium mit Kalk verbunden bildet dabei einen in Wasser unauflöslichen Rückstand und das kohlensaure Natrum kann extrahirt werden. Die erste Operation betrifft also die Umwandlung des Kochsalzes in schwefelsaures Natrum, welche wieder mit der Schwefelsäure bewerkstelligt wird. Wird dabei die Salzsäure aufgefangen, so kann diese zur Chlorbereitung und andern Zwecken dienen. Uebrigens findet schon das schwefelsaure Natrum selbst nach den zuerst von Gehlen 1814 angestellten Versuchen eine ausgedehnte Anwendung in der Glasfabrication als Ersatzmittel für Soda und Pottasche.

So greifen die Erfahrungen, wenn sie die Wissenschaft zur Reife gebracht hat, ineinander und jede wichtige Entdeckung oder Verbesserung hat ähnliche in ihrem Gefolge. Als eine weitere Anwendung der Schwefelsäure ist die

Digitized by Google

neuere Scheidung von Gold und Silber zu erwähnen, wobei sie gebraucht wird. Sie löst nämlich Silber und Kupfer auf und das Gold bleibt metallisch zurück. Die Präcipitationen von Metallen durch Metalle haben gelehrt, daß das Silber aus seinen Auflösungen durch Kupfer gefällt werde. Von dieser Erfahrung macht man im Großen Gebrauch und fällt das Silber aus der schwefelsauern Auflösung durch Kupfer. Als Nebenprodukt wird Kupfervitriol erzeugt. Diese Methode ist durch Darcet eingeführt worden. Es war die frühere Scheidung durch die Quart nicht nur weit kostspieliger, sondern sie gestattete auch bei weitem nicht, so große Massen auf einmal zu scheiden, wie es durch Schwefelsäure möglich ist. Nach den Berichten von G. Rose werden auf dem Münzhofe von Petersburg jährlich über 140,000 Mark silberhaltiges Gold und goldhaltiges Silber mit Schwefelsäure geschieden und die Ersparung beträgt seit 1830, wo die Scheidung eingeführt wurde, gegen die frühere mit Salpetersäure jährlich über 200,000 Rubel B. Ass. In München werden gegenwärtig jährlich 100,000 Mark auf diese Weise geschieden und 600—700 Zentner Kupfervitriol erzeugt. Der Wohlfeilheit und Genauigkeit wegen lohnt sich nach dieser Methode auch die Scheidung bei gold- und kupferhaltigem Silber von sehr geringem Gehalt an Gold bis zu $\frac{1}{6000}$ und für die Zukunft dürfte es wenige goldhaltige Silbermünzen mehr geben.

Wenn man noch die mittelst der Schwefelsäure allein mögliche Fabrication von künstlichem Alaun und ihre Verwendung zur Bereitung der Salpetersäure berücksichtigt, so begreift man den oben angeführten Ausspruch von Dumas über ihren Werth und erkennt die Wichtigkeit jener ersten Versuche über ihre künstliche Erzeugung und jener Bemühungen der Chemiker, die Theorie des Processes zu erforschen. Daß eine Entfernung alles Ueberflüßigen, eine Vereinfachung und die Wahl der zweckmäßigsten Verhält-

Digitized by Google

nisse dabei nur durch eine wissenschaftliche Einsicht in die Einzelnheiten des Vorganges möglich sey, wird Niemand läugnen, und frägt man nach den hiezu erfoderlichen Beobachtungen, so finden mehrere hier ihre Anwendung, welche an sich wenig erheblich scheinen. Die Kenntniß der Oxydation und Desoxydation des Stickstoffs gehört z. B. hieher und es ergibt sich bei der angeführten Erzeugung der Schwefelsäure, daß eine geringe Menge von Stickstofforyd hinreicht, um vermittelnd die höhere Oxydation der schwefelichten Säure hervorzubringen, indem dieses Stickstofforyd bei Zutritt von atmosphärischer Luft zur salpetrigen Säure wird, sich in Berührung mit schwefelichter Säure zersetzt und wieder zu Stickstofforyd wird, sich wieder oxydirt, wieder zersetzt und so allmählig die Umwandlung aller schwefelichten Säure zu Schwefelsäure vermittelt.

Da wir bereits des Chlors gedacht haben und einiger seiner technischen Anwendungen, so müßen wir hier noch einer solchen erwähnen, welche eine Frucht der Pflege der Wissenschaft ist, nämlich der Gaylussac'schen Silberprobe.

Seit langer Zeit hatten sich die Chemiker der Chlorwasserstoffsäure oder chlorwasserstoffsaurer Salze bedient, um Silber aus Auflösungen zu fällen und aus dem erhaltenen Chlorsilber den Silbergehalt zu berechnen. Mehrfache Analysen waren nothwendig, um die Zusammensetzung dieser Verbindung genau kennen zu lernen und um zu zeigen, daß sie unter verschiedenen Umständen erhalten, constant sey. Die in den Münzen üblichen Silberproben beruhten auf dem Abtreiben mit Blei, und obwohl man wußte, daß dabei der Silbergehalt gewöhnlich zu gering ausfiel, so behielt man doch diese Methode bis auf die neueste Zeit bei, wozu vielleicht das directe Resultat des Versuches, welches ein reines wägbares Silberkorn liefert, das Seinige beitrug. Die Gaylussac'sche Probe bestimmt den Silbergehalt durch einen zu messenden Verbrauch von Koch-

Digitized by Google

salzauflösung, deren Sättigung bekannt ist. Das Silber wird damit aus der salpetersauern Auflösung als Chlorsilber gefällt und sein Gehalt dadurch in weit kürzerer Zeit, von weniger Geschicklichkeit des Probirers abhängig und ungleich genauer bestimmt, als durch die Cupellationsmethode.

Hat sich hier die wissenschaftliche Untersuchung der Silbersalze als unerwartet in die Angelegenheiten des Verkehrs eingreifend herausgestellt, so ist sie auch von einer andern Seite in der neuesten Zeit wichtig geworden. Zur Hervorbringung und Fixirung der Lichtbilder von Daguerre und andern, welche die gegenwärtige Bewunderung aller Welt erregen, concurriren die mannigfaltigsten chemischen Erfahrungen, ursprünglich dastehend, wie die verschiedenen Bäume eines Waldes, welche erst nach vielen Jahren eine geübte Hand zu einem Kunstwerk zimmert und zusammenfügt. Das Studium der Silbersalze gab die ersten Mittel zur Ausführung der schönen Idee, die Bilder der Camera obscura zu fixiren.

Es war das Chlorsilber, welches die Chemiker als eine der empfindlichsten Substanzen für die Einwirkung des Lichtes seit lange bezeichnet hatten und Daguerre, so wie diejenigen, die sich vor ihm und gleichzeitig mit ihm in diesem Felde beschäftigten, bedienten sich anfangs des Chlorsilbers. Da das Chlorsilber durch die Lichtstrahlen in der Art zersetzt wird, daß ein Theil des Chlors sich abscheidet und damit die Farbe von weiß in grau oder in schwarz verändert wird, so mußten die beleuchteten Stellen eines reflectirten Bildes, welches auf ein mit dieser Verbindung belegtes Papier fiel, einen mehr oder weniger dunkeln Ton annehmen, während die Schatten unverändert blieben.

Um die dadurch erhaltene Zeichnung zu fixiren, war ein Mittel nothwendig, welches der weitern Einwirkung

des Lichtes auf das unzersetzte Chlorsilber vorbeugte. Es war dieses Mittel wieder durch die Chemie gegeben, da sie gezeigt hatte, daß namentlich Ammoniak und unterschwefligtsaures Kali das unzersetzte Chlorsilber leicht aufzulösen vermögen, während das zersetzte nicht aufgelöst werde. So wurden die ersten Lichtbilder auf Papier, Licht und Schatten verwechselt, erhalten. Daguerre mochte wohl, wie andere bemerkt haben, daß die immer rauhe Substanz des Papiers die Zeichnung der feinsten Nuancen eines solchen Bildes beeinträchtige und daß eine polirte Metallfläche dazu weit geeigneter sey. Da die Chemie gezeigt hatte, daß nicht allein das Chlorsilber die Eigenschaft habe, vom Lichte zersetzt zu werden, sondern daß diese auch dem Jodsilber und andern Verbindungen des Silbers zukomme, so ist nicht zu zweifeln, daß sich seine weitern Versuche aus diesem Grunde auf die Untersuchung der Silbersalze bezogen. Es ist nun sein Verdienst, in Beziehung auf das Jodsilber hier weiter geforscht zu haben, als bis dahin geschehen war. Wissenschaftliche Forschung bot die Materialien dazu dar, denn natürlich mußte eine solche über das Jod, über seine Darstellung im reinen Zustande, über seine Eigenschaften und Verbindungen vorausgehen, um das möglich zu machen, was Daguerre damit, 28 Jahre nachdem es entdeckt wurde, geleistet hat.

Die Geschichte des Jods liefert einen interessanten Beleg für das, was wir hier hervorheben wollen. Seine Entdeckung wurde im Jahre 1811 von Courtois, einem Salpeterfabricanten in Paris, gemacht. Als die violette Farbe der Dämpfe jener Substanz damals seine Aufmerksamkeit auf sich zog und die weitern wissenschaftlichen Untersuchungen von Clément, Desormes und Gay-Lussac zeigten, daß die Substanz in einem neuen Element bestehe, so war wohl nicht entfernt zu ahnen, welche Anwendung sie später finden werde. Courtois entdeckte sie in

Digitized by Google

der Mutterlauge der Vareck-Soda, welche das Jod in Verbindung mit Kalium enthält. Es wird von letzterem durch Destillation mit Schwefelsäure geschieden. Durch dieses Vorkommen in einer Strandpflanze des Meeres, im Vareck oder Kelp nämlich, war man veranlaßt, es im Meerwasser selbst und in den Schwämmen und Fucusarten aufzusuchen und da es auch in diesen gefunden wurde, so war damit einem Arzte Coindet zu Genf eine Andeutung gegeben worden, die Wirkung der Kohlen solcher Meerschwämme und Fucusarten zur Heilung des Kropfes dem Jod zuzuschreiben. Er stellte daher mit Jod und einigen seiner Verbindungen Versuche an und der Erfolg bezeichnete mit einemmal diesen Körper als eines der wirksamsten Arzneimittel. Dieses war die erste wichtige Anwendung, welche ein rationelles umsichtiges Beobachten von einer Substanz machen ließ, welche vorher für die Menge als ein Gegenstand unnützer Beschäftigung gelten mochte.

Es muß als wichtig für diese Untersuchungen auch Stromeyers Entdeckung hier erwähnt werden, daß das Stärkmehl ein höchst empfindliches Reagens für das Jod sey, indem es auf irgend eine Art frei gemacht, die Stärke blau färbt, auch wenn es nur in höchst geringen Spuren vorhanden ist. In manchen Mineralwässern ist es nur mittelst dieser Reaction möglich gewesen, das Jod nachzuweisen, und so fand es auch Fuchs zuerst in den Mutterlaugen der Salzsiedereien von Hall in Tyrol.

Um nun wieder auf Daguerre's Lichtbilder zurückzukommen, so bediente er sich des Joddampfes, um eine für das Licht leicht veränderliche Silberverbindung herzustellen. Die Fixirung des Bildes durch Amalgamation der zersetzten Stellen, sowie die Entfernung des unzersetzten Jodsilbers durch unterschwefligsaures Kali sind wohlgewählte, zum Theil neue Processe, welche in ihrem Wesen jedoch in den Annalen der chemischen Wissenschaft bereits begründet er-

Digitized by Google

scheinen. Die Lichtbilder, wie sie Daguerre lieferte, sind leicht verwischbar, es wurden aber bald Mittel gefunden, sie auch in dieser Hinsicht haltbar zu machen und nachdem Berres und Donné in neuester Zeit eine glückliche Aetzung derselben mittelst Salpetersäure zu Stande gebracht haben, so besitzen wir jetzt Zeichnungen in Druck vervielfältigt, an welchen keine menschliche Hand einen Strich gemacht hat und welche in Beziehung auf Correctheit, wie leicht einzusehen, das Spiegelbild der Natur sind.

Nach allen Richtungen verzweigt sich so die Wissenschaft mit der Anwendung und wird gefragt um die Herkunft der sogenannten Annehmlichkeiten des Lebens, wie oft werden wir zur Wissenschaft zurückgeführt, wie oft müßen wir gestehen, daß sie nicht bestünden, wenn die Wissenschaft die Mittel dazu versagt hätte.

Das Gebiet der Farbentechnik ist in dieser Beziehung gewiß eines der wichtigsten und lebendigsten. Die Chemiker sind es, welche von jeher die schönsten Farbenmateriale dahin geliefert haben. Wie manches Präcipitat, wie manches Schmelz- und Sublimationsprodukt glänzt in farbiger Zeichnung auf Zeugen, Tapeten, Glas und Porcellan, wie manches giebt dem Künstler erst die Möglichkeit, die Schöpfungen seines Geistes zur Ausführung und Mittheilung zu bringen. Wir wollen hier nur einiger Farben-Präparate erwähnen, welche aus den chemischen Laboratorien hervorgegangen sind.

Als Vauquelin im Jahre 1797 das durch seine rothe Farbe ausgezeichnete sibirische Bleierz, das Rothbleierz der Mineralogen, analysirte, entdeckte er darin das Chrom, ein eigenthümliches Metall. Die Untersuchungen der Verbindungen dieses Metalls mit dem Sauerstoff und die Zusammensetzung seiner Salze lieferten das Chromoxydul, das chromsaure Kali, das künstliche chromsaure Bleioxyd

u. s. w. Das Chromoxydul wird als grüne Farbe in der Glas-, Email- und Porcellanmalerei gebraucht, das chromsaure Bleioxyd gibt eine schöne gelbe Farbe, welche in der Oelmalerei und zum Färben von Zeugen Anwendung findet. Die schöne grüne Farbe, welche das Chromoxydul den durchsichtigen Schmelzflüßen ertheilt, gab die Veranlassung, es im Smaragde aufzusuchen, in dessen geschätztesten Varietäten es auch enthalten ist. Und so diente es später zur Fabrication des Glasflußes, welcher diesen Edelstein künstlich nachgebildet.

Wäre das Rothbleierz gleich dem Zinnober oder Eisenoxyd ein in größerer Menge vorkommendes Mineral, so würde seine technische Anwendung wahrscheinlich, wie bei diesen, der wissenschaftlichen Untersuchung vorausgegangen seyn, weil die natürliche Farbe schon dazu auffoderte. Der Werth der Wissenschaft erhellt aber an dem vorliegenden Beispiele insbesondere dadurch, daß sie bald nach jener ersten Entdeckung das Chrom in einem Erze nachwies, wo es die rohe Empirie niemals gefunden hätte. Das Chromeisenerz, welches in weit größern Quantitäten, als jenes Bleierz, in Frankreich, Norwegen, Steyermark, Schottland, Nordamerika und Griechenland vorkommt, liefert das meiste Chrom zum Verbrauche, und wie daraus seine Präparate zu ziehen, konnte nur durch die Chemie vorgeschrieben werden.

Ein anderes farbiges Mineral, der Lasurstein, welcher uns aus Siberien, der kleinen Bucharei und Tibet zugeführt wird, lieferte lange Zeit das herrliche Ultramarin, dessen Blau man vergebens durch Kobalt- oder Eisen-Präparate nachzuahmen versuchte. Diese Farbe, wovon sonst die Unze bis zu 100 fl. bezahlt wurde, künstlich darzustellen, war eine Aufgabe, welche nur die Chemie lösen konnte und welche sie auch gelöst hat. Eine genaue Analyse jenes Minerals war dazu erste Bedingung. Sie wurde von Clément und Desormes 1806 angestellt und ob-

Digitized by Google

wohl die Resultate nach den damaligen Erfahrungen keine besondern Anzeigen über die Ursache der Farbe enthielten, so gründeten sich doch alle spätern Versuche darauf und durch mannigfaltige Abänderungen derselben wurde erkannt, daß dennoch in den gefundenen Bestandtheilen die Elemente der Farbe liegen müßen. Es untersuchte einige Jahre später Vauquelin eine von Tassaert auf dem Boden eines Sodaofens beobachtete blaue Substanz, welche alle Eigenschaften des Ultramarins hatte und es wurde wahrscheinlich, daß letzteres wirklich nur aus Thon- und Natrumsilicaten mit einer bestimmten Menge Schwefelnatrium zusammengesetzt sey. C. G. Gmelin erzeugte hierauf ein vollkommenes Ultramarin synthetisch durch Glühen eines solchen Silicats mit Schwefelnatrium und seitdem ist die Fabrication dieser Farbe so vorgeschritten, daß die Preise von 200 Franken per Unze gegenwärtig bis zu 25 Franken und darunter niedriger geworden sind. Gmelin hat sein Verfahren bekannt gemacht, ein französischer Fabricant Guimet, welcher gleichzeitig eine Methode der Synthese ausmittelte, hat darüber nichts veröffentlicht, ongeachtet er damit den von der Société d'Encouragement in Paris hiefür ausgesetzten Preis von 6000 Fr. gewann.

Eine der schönsten Farben, welche die Technik der Chemie verdankt und welche wir an Krystall- und Glasmalereien bewundern, ist der Goldpurpur, zuerst von Cassius 1685 beschrieben und von Kunkel zur Bereitung des rothen Glases angewendet. Es sind wenige Verbindungen, welche die Chemiker so vielfach beschäftigt haben, wie diese, denn obwohl die zur Zusammensetzung nothwendigen Elemente niemals zweifelhaft waren, so blieb die eigentliche Natur des Präparats doch lange unerklärt und ebenso der Umstand, daß beim Zusammenbringen von Zinn- und Goldchlorid nicht immer ein gleich schöner Purpur erhalten wurde. Berzelius, Marcadieu, Gaylussac,

Buchner, Buisson, Robiquet und viele andere haben theils den Experimenten nach, theils dem Stande der Wissenschaft im Allgemeinen zu Folge Ansichten darüber aufgestellt und die vorherrschenden waren, daß der Purpur eine Verbindung von metallischem Gold und Zinnoxydhydrat sey. Durch die Entdeckung des Zinnsesquioxydes hat Fuchs ein neues Licht über diese Untersuchungen gegeben. Es knüpfte sich diese Entdeckung an eine rein wissenschaftliche Arbeit, das Verhalten von Zinnauflösung zum Eisenoxyd betreffend. Die Lösung des Zinnsesquioxyds gibt mit Goldauflösung den schönsten Purpur, welchen Fuchs wesentlich als zinnsaures Goldoxydul betrachtet, und da die Darstellung jenes Oxyds ohne Schwierigkeit geschehen kann, so ist damit ein sicherer Weg für die Erzeugung des Purpurs vorgezeichnet. Bereits ist diese Methode im Großen auf das vortheilhafteste angewendet worden.

Bekannt sind ferner das Scheel'sche Grün und Thenard's Blau, welche Farben von ausgedehnter Anwendung aus den chemischen Laboratorien hervorgingen. Die Analyse gefärbter Mineralsubstanzen hat, wie schon oben beim chromsauern Bleioxyd und beim Ultramarin gezeigt wurde, die künstliche Syntheſe vieler Farben veranlaßt. Es gehört hieher das Bergblau (künstliche Kupferlasur) und mehrere grüne Kupferfarben, welche den Malachit nachahmen, ferner der künstliche Zinnober. Der Zinnober, welcher in den Quecksilberbergwerken sich findet, kommt nur in geringer Menge so rein vor, daß er als Farbe brauchbar ist, er wird daher zur Darstellung von Quecksilber benützt und zur Farbe hat man seit langer Zeit durch Sublimation eines Gemenges von Schwefel und Quecksilber den Zinnober künstlich bereitet. Die genauere Analyse dieser Verbindung hat eine solche Methode erst geläutert und einem unsichern Probiren ein Ende gemacht. Die Chemie gab aber noch einen andern Weg zu seiner Darstellung an und der auf diesem erhaltene

Zinnober kommt dem schönsten gleich, welcher je bekannt war. Der Zinnober auf nassem Wege, durch Behandlung von Schwefel, Quecksilber und Schwefelkalium erhalten, wurde zuerst von Kirchhoff und Brunner dargestellt; Martius, Döbereiner und Liebig gaben verbesserte Vorschriften zu seiner Bereitung.

Ein vortreffliches Gelb hat Stromeyer durch die Entdeckung des Cadmiums und die Darstellung des Schwefelcadmiums geliefert und Malaguti hat eine schöne rothe und lillafarbene Verbindung von Zinnsäure, Chromoxyd und Kalkerde kennen gelehrt.

In gleicher Weise hat die Wissenschaft für die Technik der Farben organischen Ursprungs gearbeitet. Sie allein konnte nachweisen, daß eine Menge von vegetabilischen Farbstoffen sehr zusammengesetzter Natur seyen, sie hat die färbenden Bestandtheile im reinen Zustande daraus geschieden und ihre Verbindungen mit Erden und Metalloxyden zur Kenntniß gebracht.

Die Untersuchungen von Robiquet, Collin, Kuhlmann und Runge über die Farbstoffe der Krappwurzel und die von Berzelius über den Indigo sind als von besonderer Wichtigkeit hier zu nennen. Die Kunst des Färbens selbst recurrirt in allen ihren Zweigen auf die Erfahrungen der wissenschaftlichen Chemie. Sie lehrt die Bedeutung der Beizen, sie gibt die vortheilhaftesten Methoden zur Erzeugung und Fixirung der Farben auf organischen Stoffen an und beleuchtet die fehlerhaften. Eine Menge von Farben sind Präcipitate, welche durch Zersetzung verschiedener Salze auf der Faser gebildet werden, die damit eine, durch schwache Mittel nicht aufzuhebende Verbindung eingeht. Das Gelbfärben der Seide durch Zersetzung von essigsauerm Bleioxyd mit chromsauerm Kali oder durch Fällung eines Cadmiumsalzes mit Schwefelkalium, das

Digitized by Google

Blaufärben durch Zersetzung eines Eisenoxydsalzes mit Cyaneisenkalium, das Rothfärben durch Queckſilberjodid ꝛc. ſind bekannte Beiſpiele. Chemiſche Erfahrungen über das Verhalten des Chlors, der Salpeterſäure ꝛc. zu den vegetabiliſchen Farbſtoffen mußten vorausgehen, um beim Muſterdruck auf eine einfache Weiſe farbloſe Deſſins auf krapprothen, indigblauen u. a. Zeugen hervorzubringen; chemiſche Erfahrungen nur konnten zeigen, wie manche Farbſtoffe von Werth z. B. der Indigo aus alten Lumpen wieder zu gewinnen ſeyen. Was oben von dem Aufſuchen einer und derſelben Farbe in verſchiedenen Naturprodukten oder von ihrer künſtlichen Syntheſe in Beziehung auf unorganiſche Subſtanzen geſagt wurde, gilt auch in Beziehung auf die organiſchen.

Es verſteht ſich von ſelbſt, daß Kunſtprodukte vergangener Zeiten, fremder Länder und unbekannter Entſtehung, wenn es ſich darum handelt, ihre materielle Natur kennen zu lernen und ſie zu reproduciren, der chemiſchen Analyſe ebenſo zugewieſen werden müßen, wie Stein und Erze, welche in der Erdrinde ſich finden. Die Kenntniß der Farben alter Glasmalereien, die Zuſammenſetzung fremder Bronzen und Metallegirungen erſchließen ſich nur der chemiſchen Analyſe. Es beſteht aber die chemiſche Analyſe in einer harmoniſchen Combination vereinzelt erworbener Erfahrungen, in einer geordneten Zuſammenſtellung der verſchiedenſten Vorarbeiten, welche die Kenntniß der Natur und ihrer Geſetze allein zum Gegenſtande haben. Wie nun ſollten dieſe Vorarbeiten gemacht worden, wie die Schatzkammer, aus welcher die Technik ſchöpft, gegründet worden ſeyn, wäre es nicht um der reinen Wiſſenſchaft wegen geſchehen? Wer hätte es unternommen, die Geſetze auszumitteln, nach welchen ſich die Körper verbinden, wer die Verwandtſchaften ſtudirt, die ihnen zukommen? Die ganze Stöchiometrie, ohne welche alles chemiſche Treiben noch immer der Un-

Digitized by Google

ſicherheit und dem Unverſtande einer abentheuerlichen Alchimie anheim fiele, die Wiſſenſchaft der Elemente und ihrer Verbindungen iſt geiſtesfrei emporgeblüht, großartig und weit überſchauend die Intereſſen der Technik, des Verkehrs und Handels, der Sonne vergleichbar, welche am Himmel ſchwebt über dem materiellen Treiben der Erde und doch mit ihren Strahlen Gedeihen und Wohlfahrt bedingt und ihr reichliche Luſt ſpendet. Mit Stolz dürfen wir an Wenzel und Richter deutſche Männer als die erſten nennen, welche dieſen wichtigſten Theil der Chemie in's Auge gefaßt und zum Gegenſtande des Studiums gemacht haben.

Es träumt zwar noch Mancher, die Welt wäre mit weniger Wiſſen nicht minder übel daran, als ſie es gegenwärtig iſt, mit dem Wiſſen wachſe die Zahl der Bedürfniſſe, mit dieſen die Noth und das Unheil. Eine ſolche Anſicht ſagt ſich los von der geſelligen Verbindung der Menſchen, ſie mag rechten, ob es Staaten geben ſolle oder nicht, ſie geht aus einem groben Egoismus hervor, der nur den Einzelnen, ſich ſelbſt, im Auge hat und darüber das Ganze vergißt. Ein Volk ohne Bedürfniße iſt unvermögend, für die Dauer einen größern Staat zu bilden, ein Volk ohne Wiſſenſchaft hat keine Bedürfniſſe in dem Sinn, wie jene es verſtehen. Die Wiſſenſchaft und ihre Conſequenzen ſind es, welche die Menſchen zu jener Geſelligkeit einigen, auf welche das Höhere in ihnen Anſpruch macht und machen muß. Sie iſt vergleichbar einem kräftigen Strome, lenkſam in wunderbarer Weiſe zu unzählbaren Zwecken, wie das Adergeflecht im organiſchen Weſen, einigend und wechſelbeziehend, arbeitend zum Erwerb des Nothwendigen und bedingend die Annehmlichkeiten und Reize des Daſeyns. Es begeiſtert dieſer Strom den Geweihten, der es vermag, ſeinen Lauf zu ſchauen und zu verfolgen, er labt den Dürftigſten, der an den blühenden Ufern von ſeiner Welle

Digitized by Google

kostet. Seine Quellen aber fortwährend zu suchen und zu vermehren ist eine Aufgabe, welche die Kenntniß seines Werthes im Gefolge hat.

„Wenn die Wissenschaften aufhören würden, ihrer selbst wegen bearbeitet zu werden, äußert sich der größte Chemiker unserer Zeit, wenn sie nur in Rücksicht auf ihre Anwendung betrieben würden, so möchten sie bald in Stillstand gerathen und für die Anwendung wenig oder nichts Neues mehr gewonnen werden. Der, welcher bei einer wissenschaftlichen Forschung frägt, wozu nützt sie? hat keinen Sinn für die Wissenschaft. Jede neue positive Kenntniß, wie unanwendbar sie auch im bürgerlichen Leben erscheinen mag, führt zu noch andern Kenntnissen, mit denen sie sich verknüpft, und während sie zur Entwicklung der Begriffe beiträgt, bringt sie Resultate hervor, deren Wichtigkeit an der Wiege der Forschung meistens nicht prophezeit werden konnte".

Die Geschichte der Wissenschaft, wie die der Technik, verkünden unzweideutig die Wahrheit dieses Ausspruches, die neueste Zeit gibt namentlich glänzende Proben davon in ihren sogenannten Erfindungen.

Zwar mag man einwenden, daß manches chemische Produkt existirte, ehe eine eigentliche Chemie geschaffen war, daß man längst vor dieser Wissenschaft die Fabrication des Glases gekannt, Zeuge gefärbt, Erze ausgebeutet und Waffen aus trefflichem Stahle geschmiedet habe. Es ist gewiß, daß die Beachtung eines glücklichen Zufalls die Mutter mancher Kenntniß gewesen, man bedenke aber, wie unvollkommen und spärlich eine Chemie mit solcher Basis von den Händen Weniger geübt würde, wie sie in Geheimnißkrämerei gehüllt von dem Einzelnen abhängig keinen Antheil zuließe, der günstig wirken könnte auf ihre Förderung und Verbreitung, man bedenke, wie vieles unentdeckt geblieben wäre, hätte man den Zufall abwarten wollen, der es bringen sollte, wie

Digitized by Google

vieles als unmöglich durch diesen Weg erkannt werden muß. Wie stünde es um die astronomischen Instrumente, wären jene Fortschritte in der Glasfabrication nicht gemacht worden, welche allein mit Hülfe von chemischen Analysen, mit einer wissenschaftlichen Einsicht in die Vorgänge der Processe und mit Anwendung der Erfahrungen über Lichtbrechung und Farbenzerstreuung möglich waren. Männer der Wissenschaft, wie Fraunhofer, Herschel, Dolond, Faraday, Dumas, Berthier u. a. mußten sich damit beschäftigen. Nur durch wissenschaftliche Arbeiten konnte das Wesen der Glasmacherei vollkommen erkannt werden und sie lieferten dabei, gleichsam als Nebenprodukt, noch manche andere höchst nützliche Erfahrung. Es gehört z. B. hieher die Entdeckung des Wasserglases von Fuchs, welches bekanntlich das vortheilhafteste Feuersicherungsmittel ist, welches wir haben, eine Verbindung von Kieselerde und Kali, deren Studium weiter gezeigt hat, daß in die Zusammensetzung eines der Feuchtigkeit und dem Wasser widerstehenden Glases nothwendig noch eine andere Basis, als das Kali oder Natrum, nämlich Kalkerde, Talkerde oder dergleichen eingehen müße, Mischungstheile, welche man bis dahin nur als zufällig und unwesentlich angesehen hatte. Dumas sagt daher mit Recht: „Das auflösliche Glas (Wasserglas) ist eine Verbindung, durch deren Kenntniß die Glasfabricanten manchen Fehler früher vermieden haben würden".

Auf demselben Wege hat das Hüttenwesen durch die Wissenschaft Vervollkommnungen erhalten. Wie sollte die Gattirung und Beschickung der Erze, wie der Proceß einer guten Schlackenbildung sicher geleitet werden, wenn die chemische Analyse die Materialien nicht kennen lehrte? Das Studium der Mineralogie, das Aufsuchen der in der Natur vokommenden Silicate unter den Schmelzprodukten der Hochöfen, vorzüglich von Mitscherlich angeregt, hat die erste Veranlassung zum Studium der Schlacken gegeben;

Digitized by Google

man hat erkannt, daß gesetzmäßige Mischungen in ihnen vorkommen, daß von den Zuschlägen ein bestimmter Antheil in diese Mischungen eingeht, ein anderer nur mechanisch eingeschlossen wird, man hat diese Mischungen genau synthetisch erzeugt und somit über ihre Schmelzgrade und andere Eigenschaften Aufschlüsse erhalten, welche auf einen vortheilhaften Ofenbetrieb im Großen von Wichtigkeit und Einfluß sind. Die Wissenschaft war es, welche hier dem Hüttenmanne den Weg zeigte, den er für seine Zwecke zu wählen habe und sie selbst gewann wieder durch die Erweiterungen des neuen Reiches der Erfahrungen, welche bei einem rationellen Hüttenbetrieb auf ihre Andeutungen hin sich ergeben mußten.

Die Probirkunst hat durch die Vervollkommnung der Löthrohrproben durch Berzelius wesentliche Vortheile errungen und es ist diesen Proben in der neuern Zeit durch Harkort und vorzüglich durch Plattner ein solcher Grad von Vollkommenheit gegeben worden, daß damit der quantitative Gehalt eines Erzes oder Schmelzproduktes an Silber, Gold, Kupfer, Blei und Zinn mit großer Genauigkeit ausgemittelt werden kann.

Eine ganz auf reinwissenschaftliche Erfahrungen gegründete Eisenprobe auf nassem Wege ist von Fuchs aufgefunden worden. Die Beobachtung, daß reines metallisches Kupfer von Salzsäure nicht aufgelöst wird, wenn nicht zugleich ein desoxydirbarer Körper vorhanden ist, bildet die Grundlage dieser interessanten und nützlichen Probe. Da das Eisenoxyd in Salzsäure aufgelöst bei Behandlung mit Kupfer zu Oxydul reducirt wird, oder das Chlorid zu Chlorür, und eine entsprechende Menge von aufgelöstem Kupfer dieses genau anzeigt, so läßt sich durch einen Versuch aus dem gewogenen rückständigen Kupfer der Eisengehalt einer Auflösung auf eine sehr einfache Art bestimmen und natürlich durch zwei Versuche auch der

Gehalt an Oxyd und Oxydul, wenn er verlangt wird, indem man bei dem einen die Auflösung ohne Oxydation des Oxyduls mit Kupfer behandelt und bei dem andern das Eisen vorher durch chlorsaures Kali auf das Maximum der Oxydation bringt oder vollständig in Chlorid verwandelt. Dergleichen einfache und leicht auszuführende Operationen können nur aus einer Erweiterung der Wissenschaft selbst entspringen und aus einem unbefangenen gesunden Blick auf die von ihr gelieferten Materialien.

Noch läßt sich in Beziehung auf Erzmischungen einer Untersuchung hier erwähnen, welche zur Zeit unter die sogenannten gelehrten allein gerechnet wird. Es ist die Untersuchung über Vicariren und Isomorphie. Wenn aufmerksam gemacht wird, daß Eisenoxydul, Kalk- und Talkerde auf gleicher Sättigungsstufe mit derselben Säure verbunden, gleiche Form haben und daß es uns daher nicht befremden kann, in einem Kalkspath ein Eisencarbonat und in einem Eisenspath ein Kalkcarbonat ohne wesentliche Formänderung zu finden, so scheint diese Erfahrung außer dem Bereiche technischer Beachtung zu liegen. Wenn sie sich aber, wie es geschehen ist, weiter so ausdehnt, daß man ein Vicariren von Eisenoxyd und Chromoxyd (grünem) erkennt, von Eisen, Nickel und Kobalt, von Kupfer und Silber, wenn man also in jedem Magneteisenerz einen Chromgehalt zu vermuthen berechtigt ist, in jedem Nickelerz einen Kobaltgehalt und in jedem Fahlerz einen Silbergehalt, welcher von ½ pr. Ct. bis zu 30 pr. Ct. beobachtet worden ist, so verdient jene gelehrte Untersuchung die größte Beachtung und kann zu ganz unerwarteten Ergebnissen führen, welche technisch und industriell von Bedeutung sind.

Wir könnten noch eine große Anzahl ähnlicher Beispiele anführen, welche zeigen, wie wichtig die Experimente der Laboratorien mittelbar und unmittelbar in die gewöhnlichen

Digitized by Google

Verhältnisse des Lebens eingreifen können, wir wollen mit wenigen Worten nur einiger noch erwähnen.

Als Howard 1799 das Verhalten einer salpetersauern Quecksilberauflösung zum Weingeist untersuchte und in dem entstehenden Niederschlag das Knallquecksilber entdeckte, hätte wohl Niemand daran gedacht, daß dessen Darstellung nach dreißig Jahren ganze Fabriken beschäftigen und daß eine so ungeheuere Anwendung davon gemacht werden würde, wie es heut zu Tage der Fall ist. Schon 1836 betrug in den bestehenden Fabriken in Paris, Prag und Schönebeck die Production der Zündkapseln über eine Million Stück täglich und wie mag sie seitdem zugenommen haben! Daß es dem ersten Fabrikanten Leroy und mehreren Nachfolgern das Leben kostete, konnte nicht abschrecken, sich seiner für die Technik zu bemeistern, so wenig als der Verlust so vieler hundert Menschenleben die Benützung des Dampfes als bewegende Kraft vernachläßigen ließ, zu deren Vervollkommnung eine Unzahl physikalischer und mechanischer Versuche zusammenwirken mußten.

Die Untersuchungen der Chemiker über die Processe der trockenen Destillation organischer Substanzen mußten vorausgehen, um der Gasbeleuchtung ihre Entstehung zu geben. Die ersten hieher gehörenden Versuche sind von J. J. Becher 1682, Hales 1724 und Clayton 1739. Die ersten technischen Anwendungen geschahen durch Murdoch 1792, Lebon und Lampadius. Die Wichtigkeit derselben, ihr Einfluß auf Gewinnung und Verwerthung von Steinkohlen, Gußeisen ꝛc. sind bekannt. Welche Ausdehnung sie gewonnen, geht beispielsweise daraus hervor, daß um London für ein Jahr zu beleuchten 2400 Millionen Kubikfuß Gas erzeugt werden, entsprechend 160 Millionen Pfunden gegossener Kerzen (6 auf das Pfund gerechnet). Nach einer Angabe von Brande beträgt das Gewicht des zu den Retorten nöthigen Gußeisens allein 45000 Zentner.

Digitized by Google

Der Chemiker Marggraf in Berlin zeigte im Jahre 1747, daß ein krystallisirbarer Zucker aus dem Safte der Runkelrüben dargestellt werden könne, und die sich daran knüpfenden Versuche von Achard (1796) wurden während und nach der Continentalsperre so erweitert und verbessert, daß gegenwärtig eine vollkommene Concurrenz mit der Zuckerproduction der Colonien bestehen kann. Die Wichtigkeit einer solchen Gewinnung erhellt aber aus der approximativen Berechnung, daß der allgemeine Zuckerverbrauch in Europa in einem Jahr über 10 Mill. Zentner beträgt.

Die Wissenschaft allein konnte eine solche Gewinnung des Zuckers möglich und geltend machen, denn sie allein vermochte die Vorurtheile der Menge über diese und ähnliche Entdeckungen zu beseitigen. Eine Vergleichung der Krystallisation des Runkelrübenzuckers und des Ostindischen, eine vergleichende Untersuchung ihrer chemischen Eigenschaften und eine genaue Elementaranalyse war nothwendig, um ihre Identität darzuthun. Die Wege, welche zu solchen Erkenntnissen führen, sind nicht selten nur mit großen Opfern aufgefunden und zugänglich gemacht worden; damit hat nur die Wissenschaft sich beschäftigt.

Die Erzeugung von Zucker durch Behandlung der Stärke mit Schwefelsäure, von Kirchhoff entdeckt, die aus Holz von Braconnot und mehrere ähnliche sind aus den chemischen Laboratorien hervorgegangen.

Eine große Reihe der genauesten wissenschaftlichen Untersuchungen und Analysen, wie sie von Chevreul durchgeführt wurden, belehrte uns erst über die Processe der Seifenbildung, worüber bis dahin, noch bis 1823, ungeachtet der Wichtigkeit dieses Zweiges der Industrie, nur Dunkel und vage Ansichten geherrscht hatten. Die Scheidung des Stearin und Olein und weiter der Stearin-, Margarin- und Oleinsäure, welche bei dem Verseifungs-

Digitized by Google

proceß von Fett- und Talgarten gebildet werden, die Untersuchung ihrer Eigenschaften und die Herstellung ihrer Salze mußte abgemacht werden, um eine vollkommene Seifenfabrication zu bedingen. Damit wurde erkannt, warum die einen Fette harte, die andern weiche Seifen bilden und die Mittel gegeben, nach Willkühr die verschiedensten Arten derselben darzustellen.

Die Untersuchungen Chevreuls führten weiter zur Entdeckung der Buttersäure, der Capron- und Caprinsäure, der Hircin- und Delphinsäure und erst nachdem die Abscheidung dieser Säuern gelungen war, konnten geruchlose Seifen fabricirt werden. Eine weitere Frucht dieser Untersuchungen ist die gegenwärtig allgemein gewordene Benützung der Stearinsäure als vortreffliches Material für Kerzen, welche in Beziehung auf ihr Licht den Wachskerzen gleichkommen.

Man nennt dergleichen schöne Erfindungen, man citirt die Städte und Länder, welche sie bringen, man spricht von den Fortschritten der Chemie in unserer Zeit und dennoch ignorirt oder verkennt man so häufig den Werth der contribuirenden wissenschaftlichen Bestrebungen und mißdeutet diejenigen, welche nicht naheliegenden Gewinn als Empfehlung mit sich bringen. Wozu die Thätigkeit eines geistvollen Mannes, sich durch viele Jahre bemühend in chemischen Studien über Rinds- und Hammeltalg, über Schweinfett und Butter? Als nutzloses Treiben gelehrter Speculation wäre es angesehen worden, könnte man jetzt nicht die feinen Seifen citiren und die schönen Kerzen, welche es obwohl nur als Nebenprodukt geliefert hat. Nun aber da diese fein und angenehm die Hände waschen und freundlich die Salons erleuchten, nun geht der Ruf an die Chemiker, die Gewinnung einfach, unfehlbar, wohlfeil zu machen, und ist dem Rufe genügt, so ist meistens die Geschichte der Production vergessen, wie der Name ihres Erfinders, wenn

Digitized by Google

die Wissenschaft sie nicht aufbewahrte. In der That, nur für die Wissenschaft thätig zu seyn, erheischt einen hohen Grad von Uneigennützigkeit, Versagung und Bildung.

Als hervorgehend aus wissenschaftlichen Arbeiten und Betrachtungen sind ferner die hallymetrische Bierprobe von Fuchs und dessen Leistungen in der Fabrication des hydraulischen Kalkes anzuführen. Wenn mit der ersten Untersuchung über die Auflöslichkeit des Kochsalzes in Wasser bei verschiedenen Temperaturgraden zunächst nur eine Eigenschaft dieses Salzes festgestellt wurde, so beruht die Brauchbarkeit der hallymetrischen Bierprobe in so ferne gerade auf dieser Untersuchung, als sie gezeigt hat, daß für Temperaturverschiedenheiten, wie sie gewöhnlich vorkommen können, die gelöste Menge constant dieselbe ist. Wäre das Kochsalz den übrigen Salzen in so ferne gleich befunden worden, als diese bei ungleichen Temperaturen in sehr ungleichen Verhältnissen auflöslich sind, so hätte es ohne besondere Vorsichtsmaßregeln und Correctionen zu diesem Zwecke nicht dienen können. Eine zweite Beobachtung betraf die Eigenschaft auflöslicher Salze, lose gebundene Kohlensäure, wie sie in Mineralwässern und in Bieren vorkommt, auszutreiben und eine dritte den Umstand, daß bei der Auflösung von Kochsalz in extracthaltigen Flüssigkeiten der Extract kein Wasser in Anspruch nehme. Durch eine zweckmäßige Combination dieser Untersuchungen ist nun die Aufgabe gelöst, den Gehalt eines Biers an Weingeist, Extract und Kohlensäure mit zwei Versuchen zu bestimmen, und es ist diese Arbeit von um so größerer Wichtigkeit, als sie nicht nur für das Bier und ähnliche künstliche Getränke Anwendung findet, sondern sie beseitigt auch in vielen andern Fällen die Schwierigkeiten, welche die genaue Bestimmung mancher Extracte in ihren wässerigen Auflösungen bisher mit sich gebracht hat. — Auf einem ganz verschiedenen wissenschaftlichen Wege, nämlich durch Beobachtungen über

Digitized by Google

die Strahlenbrechung ist Steinheil dahin gelangt, die Menge von Wasser, welche einem bekannten Biere zugesetzt worden, mit einem höchst einfachen Apparat zu bestimmen, indem sich die brechende Kraft proportional mit dem Wassergehalt vermindert, während sie sich mit dem Extract- und Alkoholgehalt vermehrt. Diese optische Analyse läßt sich auch mit Vortheil zur Ermittlung des Gehaltes anderer einfach zusammengesetzter flüßiger Mischungen anwenden, indem dabei der Einfluß verschiedener Temperaturen auf die Gehaltsbestimmung durch die Construction des Apparats eliminirt wird.

Ueber Kalk und Mörtel schien durch die Empirie, der täglichen Anwendung wegen, eine genügende Kenntniß geläufig geworden zu seyn und wenn auch vielleicht noch gegenwärtig mancher Baumeister nicht weiß, was beim Brennen und Löschen des Kalkes eigentlich geschieht, so hindert ihn dieses nicht an der Ausführung seiner Pläne. So lange die Verhältnisse von Einfluß sich nicht ändern, unter welchen er und seine Vorgänger gearbeitet haben, läßt er, wie der Gebrauch seit undenklicher Zeit vorschreibt, Kalk brennen und Mörtel machen, gerade wie mancher Hüttenmann das Erz eines Lagers verschmilzt, unbekümmert um die genauere Kenntniß seiner Zusammensetzung, wenn es beim fortwährenden Abbau sich nicht verändert, wenn es die genüglichen Resultate liefert. Anders gestaltet sich die Sache, wenn ungewöhnliche Umstände eintreten. Ein Kalkstein, der gebrannt ohne Zuschlag Mörtel giebt, einen Mörtel, welcher sogleich im Wasser Festigkeit erlangt, ein solcher Kalkstein aus England geschickt, steht wie ein fremdes Wunder da. Man erkennt die Vortheile, die er gewährt, man beneidet England um diesen Stein, wie Zeilan um seine Gemmen, man erschöpft sich in Vermuthungen über sein Wesen, man betrachtet ihn von allen Seiten, wie ein verschlossenes Haus, in welchem die Elemente

Digitized by Google

zu einem wichtigen Vorgange vereinigt sind; es ist nichts aus dem Steine herauszuschauen, er antwortet nicht auf das Befragen. Man wendet sich endlich an den Chemiker, von welchem man nie wissen wollte, was Kohlensäure sey, wie sich kleesaures und kohlensaures Ammoniak zu Kalklösungen verhalte, was ein Hydrat sey, worin das Aufschließen von Silicaten bestehe ꝛc., man ruft die Wissenschaft zu Hülfe, ohne sich darum zu bekümmern, wie denn diese entstehe, wie sie sich ausbilden und weiter kommen könne.

Durch die Beobachtungen von Fuchs über das Verhalten verschiedener Silicate zur Kalkerde und über das Aufgeschlossenwerden derselben, über die Existenz und Hervorbringung des Kalkhydrocarbonats, über die allmählige Bildung eines Hydrosilicats, wenn solche mit kaustischem und halbkohlensauerm Kalk gemengte Silicate mit Wasser in Berührung kommen, durch mehrfache Analysen und Synthesen der zu den Versuchen dienenden Mischungen ergab sich bald ein genügender Aufschluß über jenen englischen Stein und es wurde erkannt, daß wir in unsern Mergelflötzen ein reiches Material zu seiner Nachbildung besitzen, daß wir ihn selbst, nur unter einer etwas andern Form, seit undenklichen Zeiten vor unsern Augen liegend haben.

Wenden wir uns zu einem andern Felde, welches die Chemie bebaut, zur Pharmacie, wie wichtig sind ihre Anwendungen! Welchen Wust unnützer Arzneimittel hat sie nicht aus den Apotheken entfernt, welche Menge von Präparaten sind erst durch sie brauchbar geworden. Die Träger jeder Wissenschaft sind Genauigkeit der Beobachtung, strenge Sonderung des Ungleichartigen, logische Reflexion und logische Speculation über die vorhandenen Erfahrungen. Die Trennung und Unterscheidung des Ungleichartigen ist in der Pharmacie von höchster Wichtigkeit. Der Arzt kann

Digitized by Google

mit Arzneimitteln nur sicher beobachten, wenn sie constante Mischungsverhältnisse besitzen. Nur die Wissenschaft kann diesen Zweck erreichbar machen, nur sie kann vorschreiben, wie reine Materialien zu erhalten seyen. Es ist nicht genug, daß ein Extract, eine Infusion in hundert Fällen einen erfreulichen Erfolg habe, es ist nothwendig, das Wirksame in denselben herauszufinden, es zu isoliren und seine Wirkung vollkommen in der Gewalt zu haben.

Nachdem Sertürner 1816 mit dem Morphium gezeigt hatte, daß es vegetabilische Salzbasen gebe, so war damit ein weites und interessantes Feld in der Analyse der Pflanzenstoffe eröffnet worden. Die wissenschaftliche Pflege dieser Entdeckung brachte sehr bald Früchte von mancherlei Anwendung. Es wurden die wirksamen Principe des Opiums, der Ignatiusbohne und der Krähenaugen, der Ipecacuanha, der Chinarinde ꝛc. als solche Salzbasen isolirt. Die Entdeckung des Chinins, die Scheidung und genaue Untersuchung des Chinchonins sind hier von Pelletier und Caventou vor andern zu erwähnen. Wie bedeutend die Consummtion der Salze dieser Stoffe ist, geht aus der Angabe hervor, daß im Jahre 1826 allein in den Apotheken von Pelletier und Levaillant in Paris 1593 Zentner Chinarinde verbraucht wurden, welche 59000 Unzen Salze lieferten. Man hat die Fabrication an schwefelsauern Salzen in ganz Paris in diesem Jahre zu nicht weniger als 90000 Unzen berechnet. Daß bei solchen Untersuchungen nicht nur eine geschickte Scheidung der nähern Bestandtheile, daß auch eine Elementaranalyse in Anwendung kommen müße, wenn man genauer Kenntniß sicher seyn will, bedarf wohl keiner Bemerkung. Es möchte aber Mancher glauben, daß wenn sich die Chemiker von je nur mit Aufgaben beschäftigt hätten, welche sogleich practische Anwendung voraussehen ließen, die Mittel zu ihrer Lösung nebenher von selbst gefunden worden wären. Die

Digitized by Google

Methoden der heutigen organischen Analyse, wie sie von Gayluſſac, Thenard, Berzelius, Liebig u. a. ausgebildet worden, zeigen deutlich die Ungereimtheit solcher Denkweise. Das chlorsaure Kali, das chromsaure Bleioxyd, das Kupferoxyd, wären ebensowenig nebenher entdeckt worden, als das kaustische Kali und seine Eigenschaft, die Kohlensäure zu absorbiren. Gleiches gilt von der Analyse unorganischer Substanzen und größere Arbeiten hierüber, wie wir sie von Klaproth, Berzelius, H. Roſe, Mitscherlich, Fuchs, Stromeyer, Vauquelin, Thenard, Graham und vielen andern besitzen, konnten nur aus freier wissenschaftlicher Thätigkeit entspringen.

Was die übrigen Naturwissenschaften betrifft, so ist ihre Pflege darum von nicht geringerem Werthe, weil ihr Einfluß auf Industrie, Gewerbe und Gewinn nicht gleichkommt dem der Chemie, die sich überall so augenfällig geltend macht, so allseitig mit ihren freundlichen Sternen die Nacht erhellt. Es bieten sich alle diese Wissenschaften die Hand, sie greifen alle ineinander, wenn auch das Band, welches sie vereinigt, nicht immer zu Tage schaut. Es scheint in dieser Beziehung leichter für die Botanik und Zoologie das Wort genommen werden zu können, als für die Mineralogie, weil der practische Nutzen der Mineralien meistens von dem Chemiker ausgeht und weil dieser in vielen Fällen sogar des Mineralogen nicht bedarf um Ungleichartiges zu scheiden und Species zu bestimmen, und doch verdankt die Chemie den Studien der Mineralogen eine große Anzahl wichtiger Beiträge zur Charakteristik ihrer Präparate und Produkte. Wir wollen hier nur der krystallographischen Forschungen erwähnen, deren sie bedarf und der Untersuchungen über die Beziehung von Form und Mischung, welche für sie wichtig geworden sind.

In innigem Verbande aber mit der Chemie und ihren Anwendungen steht die Physik, welche an sich mit ihren

Digitized by Google

Leistungen für das Leben ebenso hoch hinaufreicht. Was wäre alles Fabrikwesen ohne Physik und Mechanik, was wäre selbst die Chemie ohne ihre Zuziehung!

Es hat aber die Physik, wenn der Ausdruck erlaubt ist, mehr Plasticität, als die Chemie, es ging daher ihre Mechanik der Chemie voraus, wie die Plastik der Malerei, es wurden und werden hunderte von nützlichen Vorrichtungen und Maschinen gemacht, welche nicht so abhängig von der Wissenschaft entstehen, wie dieses in den meisten Erzeugnissen der Chemie fast immer nachzuweisen ist. Es sind aus diesem Grunde die Vorurtheile gegen eine mathematische Physik beinahe noch zahlreicher verbreitet, als gegen eine theoretische Chemie.

Als ein Gemeingut dieser beiden Wissenschaften möge zum Schluße dieser Abhandlung noch eines der neuesten Beispiele erwähnt werden, wo ihre Forschungen ins Leben übergegangen sind.

Nachdem Galvani 1791 die nach ihm benannte Electricität entdeckt und Volta diese Entdeckung erweitert hatte, blieben ihre Eigenschaften und Wirkungen nur innerhalb der Gränze gelehrten Treibens und selbst die Zerlegung der Alkalien und Erden, welche Davy im Jahre 1807 damit bewerkstelligte, hatte nur wissenschaftlichen Werth. Die erste außerwissenschaftliche Anwendung wurde im Jahre 1807 durch Sömmering gemacht, welcher einen galvanischen Telegraphen construirte, wobei die Zeichen durch Wasserzersetzung und die dabei entstehende Gasentwicklung gegeben wurden. Als mechanische Kraft finden wir den Galvanismus zuerst in den Zamboni'schen Säulen 1814 benützt, welche Säulen ein zwischen ihnen isolirtes leichtes Pendel lange Zeit durch Anziehen und Abstoßen in Schwingung erhalten, so daß sogar eine Uhr dadurch in Bewegung gesetzt werden kann.

Digitized by Google

Inzwischen beschäftigten sich die Physiker aller Länder fortwährend mit diesen wunderbaren Erscheinungen und Kräften; die ursprünglichen Apparate wurden mannigfaltig abgeändert, die Beobachtungen genauer angestellt und weiter ausgedehnt. Die Zersetzung des Wassers und anderer flüßiger Leiter, die reguliniſchen Ausscheidungen der Metalle aus ihren Auflösungen, die Combination derselben zur Erregung, ihre Leitungsfähigkeit ꝛc. wurden Gegenstand des eifrigsten Studiums.

Im Jahre 1820 machte der däniſche Physiker Oerstedt die Beobachtung, daß ein galvaniſcher Strom neben einer beweglichen Magnetnadel vorbeigeleitet, dieselbe je nach seiner Stärke mehr oder weniger ablenke. Diese Entdeckung zeigte unzweideutig einen Zusammenhang von Galvanismus und Magnetismus, welcher sich bis dahin nur zuweilen bei electriſchen Entladungen durch Eisen spurenweise angekündigt hatte. Es war zugleich ein einfaches Mittel zur Auffindung und Meßung galvaniſcher Ströme gegeben worden, wozu die Construction eines Multiplicators von Schweigger und Poggendorf (1821) noch besonders beitrug.

Im Jahre 1831 entdeckte Faraday, den Oerstedtiſchen Versuch gleichsam umkehrend, daß wenn man an einem ruhenden Magnet ein Multiplicator vorüberbewegt wird, in diesem ein galvaniſcher Strom entstehe und die Richtung dieses Stromes auf eine leichte und bequeme Art nach Willkühr zu wechseln, wurde von Gauß durch die Construction des Commutators gezeigt. Dieses sind die Erfahrungen, auf rein wissenschaftlichem Wege errungen, mit welchen die Wunder geschaffen worden, die wir in der galvaniſchen Telegraphie, in der Galvanoplaſtik und Galvanotypie mit Recht anstaunen, durch sie sind Anwendungen möglich geworden, welche an das Abentheuerliche und Unglaubliche gränzen.

Digitized by Google

Wenn ein Dampfwagen gewaltig und allen Lasten trotzend daher rollt auf der Bahn, schaudend wie in innerem Grimme, einem Ungeheuer vergleichbar, welches der Mensch gebändigt, dessen Kraft er sich dienstbar gemacht hat, so bewältigt uns der Anblick und wir huldigen dem Triumphe, welcher alles Große begleitet. Und doch ist diese Erfindung durch die Leistungen des Galvanismus noch in so ferne überboten, als wir ihre Elemente seit undenklicher Zeit vor Augen hatten, in hundert Erscheinungen des gewöhnlichen Lebens auf sie aufmerksam gemacht waren; sie lagen nicht in jener Tiefe, sie mußten der Natur nicht so forschend und mühevoll abgefragt werden, wie die des Galvanismus.

Nachdem die Faraday'sche Entdeckung gleichsam den Schlußstein dieser Kette von wissenschaftlichen Erwerbungen gegeben hatte, waren die wesentlichsten Hindernisse beseitigt, sich jener Kraft vollkommen zu bemeistern und mit bekannten sie zu verbinden. Das wichtige Agens, welches sich dem berühmten Arzte zu Bologna zuerst durch die Muskelzuckungen präparirter Frösche geoffenbart hatte, sollte nun in der verschiedensten Weise den Zwecken und Annehmlichkeiten des Lebens dienen.

Bald nach der Oerstedt'schen Entdeckung nahmen Fechner, Ampère und Schilling die Idee eines galvanischen Telegraphen wieder auf und construirten Apparate dazu. Von Gauß und Weber wurde aber mit Zuziehung der Faraday'schen Erfahrungen zuerst ein galvanischer Telegraph im Großen ausgeführt, zu Göttingen im Jahre 1833. Diesen Telegraphen hat Steinheil in der neuesten Zeit noch vereinfacht und seinen Beobachtungen zu Folge scheint sogar die Hälfte der Leitungskette unter gewissen Bedingungen durch den Erdboden ersetzt werden zu können, wodurch eine Verbindung der Stationen durch eine Drahtleitung möglich gemacht würde.

Digitized by Google

Beinahe gleichzeitig sind die ersten Versuche von Botto, Dal Negro, Henry, Davenport, Jacobi und andern, den Electromagnetismus als bewegende Kraft anzuwenden. Die Apparate beruhen wesentlich auf dem Principe, durch einen galvanischen Strom Eisen magnetisch zu machen und dadurch eine Anziehung desselben für anderes die Bewegung bedingendes Eisen hervorzubringen oder auch nichtmagnetisches Eisen gegenüber einem Magnet galvanisch zu magnetisiren und so durch Anziehung und Abstoßung eine Rotation zu erzeugen. In den meisten Fällen muß zu diesem Zweck eine momentane Unterbrechung des Stromes und seine Erneuerung fortdauernd abwechseln und da mit diesen Kräften Magnete von 1000 Pfund Tragkraft augenblicklich erzeugt werden können und der Magnetismus aus ihnen ebenso schnell verschwindet, wenn der Strom nicht durchgeht, so läßt sich leicht denken, wie sie durch ihre Schwere, als Druck, Schlag oder Stoß benützt, als mechanische Triebkraft wirken können.

Den größten Versuch hierüber hat Jacobi in Petersburg angestellt, als er im Herbste 1838 mit einem 10—12 Menschen fassenden Bote, welches durch galvanische Kraft getrieben wurde, die Newa befuhr. Davenport hat damit eine Buchdruckerpresse in Bewegung gesetzt, zahlreiche Modele für Drehscheiben und Wagen sind bereits von Henri, Page, Davidson, Paterson und andern construirt worden und Steinheil hat gezeigt, wie damit die Zeitangaben einer Uhr an verschiedenen Orten beliebig oft wiedergegeben werden können. Jakobi hat ferner die Beobachtung, daß das Kupfer aus der schwefelsauern Auflösung durch Galvanismus in zusammenhängenden Blechen gefällt werden kann, zum Ueberziehen und Copiren leitender Flächen benützt und da er an dem Graphit einen hinlänglich guten Leiter erkannte, so wurde es ihm auch möglich, Wachs- und Stearinformen hiezu anzuwenden, da ihnen

Digitized by Google

durch Bestreichen mit Graphit eine leitende Oberfläche gegeben werden konnte. Die neuen Apparate, welche die fortdauernden Forschungen der Gelehrten lieferten und die bekannt gewordenen Mittel zur Messung der Stärke des Stroms trugen zu dem vollkommenen Gelingen jener Niederschlags-Versuche wesentlich bei. So eröffnet sich der plastischen Kunst mit einemmale eine nie vorausgesehene Möglichkeit zu tausendfacher Vervielfältigung. Reliefe aller Art werden mit geringen Kosten in unglaublich kurzer Zeit auf das vollkommenste in Kupfer wiedergegeben. Lettern, Stereotypen und Formen, Verzierungen für Zimmer und Gebäude, selbst Statuen können auf diese Weise in Kupfer erhalten werden und man denkt bereits daran, den großen Elephanten der Bastille in Paris auf galvanischem Wege anzufertigen.

Aus der Beobachtung, daß auch nichtleitende Substanzen mit galvanisch gefälltem Kupfer sich belegen, wenn sie in dünnen Schichten ein gut leitendes Metall zur Unterlage haben, ging ferner die von mir gemachte Anwendung zum Copiren von gemalten Tuschbildern hervor, welche im Zusammenhange mit dem Vorhergehenden hier erwähnt werden dürfte. Es wird dabei über ein solches auf plattirtes Kupfer gemaltes Bild eine Kupferplatte gefällt, welche das Bild aufnimmt, als wäre es hineingeätzt oder gravirt und diese Platte, in wenigen Tagen fertig, kann wie eine gewöhnliche radirte abgedruckt werden. Da dem Künstler mit einiger Uebung eine ganz freie Führung des Pinsels möglich ist, so kann auf diesem Wege geleistet werden, was schwerlich eine der bekannten Kupferstechermethoden vermag.

Indem de la Rive der Kupferauflösung eine Goldauflösung substituirte, so zeigte er einen neuen Weg der Vergoldung und indem Jacobi und Heß die Gasarten von

galvanisch zersetztem Wasser, wie im Neumann'schen Gebläse vereinigt entzündeten und die Flamme auf Kalk leiteten, erwiesen sie die Möglichkeit einer neuen Beleuchtungsmethode mit jenem glänzenden Lichte, welches schon früher Drummond für Signale und Leuchtthürme in Anwendung gebracht hatte.

Eine durch galvanische Zersetzung von Chlorzink in Ammoniak sehr leicht ausführbare Verzinkung von Kupfer und Messing hat Böttiger gezeigt.

Aus der Beachtung der Relation der Erregungsmetalle und des flüßigen Leiters ging schon frühzeitig die bekannte Davysche Sicherung kupferner Schiffsbeschläge durch Verbindung mit Gußeisen oder Zink hervor, indem dadurch dem Kupfer ein so negativer Charakter gegeben werden kann, daß es keine Corrodirung vom Seewasser mehr erleidet.

So haben wir durch die Wissenschaft die Mittel erhalten, Signale mit der Schnelligkeit des Lichtes zu geben, in Kupfer getriebene Arbeiten durch die Natur fertigen zu lassen, wie kein Künstler es vermöchte, Kupferplatten über Gemälde zu bilden, welche diese wie geätzt aufnehmen, mit einigen Metallplatten, Säuren und Salzen Maschinen in Bewegung zu setzen, mit den Elementen des Wassers zu beleuchten und tausenderlei Schöpfungen zu dienen, welche früher keine Phantasie für möglich gehalten hätte.

Und damit ist der Kranz noch nicht geschlossen, welcher aus diesem einen Felde des großen Reiches der Pallas hervorblüht, um ihr die Schläfe zu schmücken, noch manche Blume wird für ihn sich entfalten, welche die Zeit nur erst zur Knospe gereift hat. Man wird auffinden, wie das Kupfer, so auch das Gold, Silber und Platin in vorgeschriebenen Formen zu fällen, ja es gehört nicht mehr in das Gebiet der Träumereien, wenn sich der Gedanke gestaltet, die Elemente auf unsern Wink wandern zu lassen,

Digitized by Google

edle Metalle auf galvanischem Wege aus Erzen zu scheiden, wie bereits von Bequerel geschehen, mit unsichtbaren Kräften Lasten in freie Luft zu heben u. dergl.

Und bedenkt man, wie Alles dieses in weniger als 50 Jahren ins Daseyn gerufen wurde, wie selbst die gesammte Chemie in ihrer reineren und strengeren Form nur um weniges älter ist, so wird man den Werth erkennen müßen, welcher reinwissenschaftlichen Forschungen zukommt und einsehen, wie abhängig von ihnen Blühen und Fortgang in Industrie und Gewerben sind.

Hierauf hinzuweisen war der Zielpunkt dieser Rede, um, so viel an mir, die Interessen jener Institute zu vertreten, welchen die Pflege der Wissenschaft obliegt, um zu zeigen, wie diese Institute Freiheit in jeder Richtung der Thätigkeit bedürfen, um zu gedeihen, wie sie des Schutzes der Könige, der ihnen von jeher geworden, würdig sind und wie ihrer aller Aufgabe der Wahlspruch unserer Akademie umfaßt: Rerum cognoscere causas.

Bayerische Staatsbibliothek München

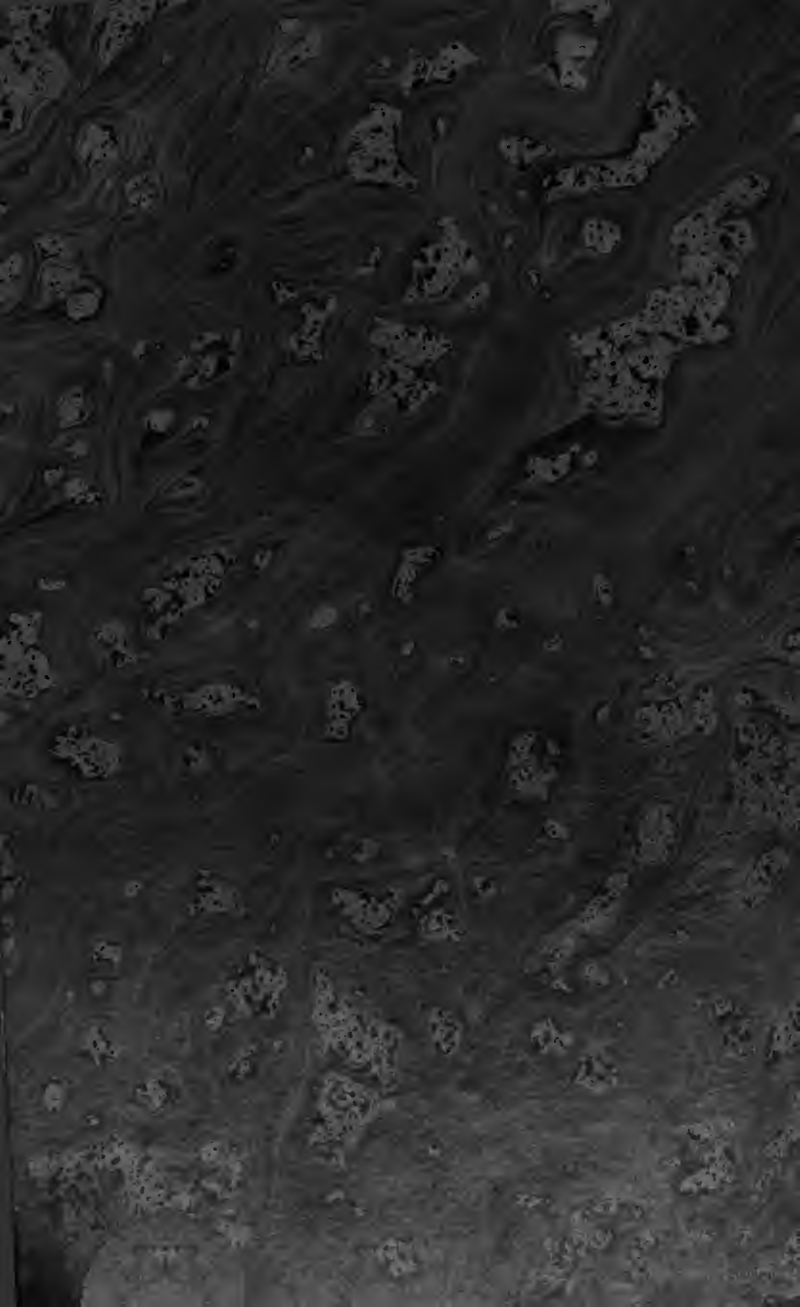
Digitized by Google

Gedruckt bei Dr. Karl Wolf.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google